

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-313553

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/02

H05B 33/14

H05B 33/22

(21)Application number : 2001-108864

(71)Applicant : KANSAI TLO KK

(22)Date of filing : 06.04.2001

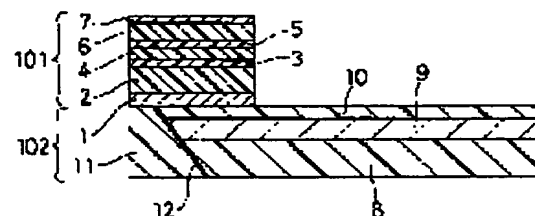
(72)Inventor : OMORI YUTAKA
KAJII HIROMU

(54) HIGH-SPEED OPERATING ORGANIC EL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-speed operating organic EL element that can realize rapid response speed while allowing low temperature formation on a polymer optical waveguide substrate with flexibility.

SOLUTION: In this high-speed operating organic EL element 101, a lower transparent electrode 1, a hole transport layer 2, an electron barrier layer 3, a luminescent layer 4, a hole barrier layer 5, an electron transport layer 6 and a counter electrode 7 are formed in this order on a polymer optical waveguide substrate 102. The response speed is made high by making the film thickness of the luminescent layer 4 as thin as 0.1 nm-100 nm. Electrons and holes are shut up in the luminescent layer 4 by the electron barrier layer 3 and the hole barrier layer 5 and efficiently bonded again, so that high luminescent efficiency can be maintained even if making the thickness of the luminescent layer 4 thin, thus realizing the high-speed operating organic EL element of high luminance.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-313553

(P2002-313553A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード [*] (参考)
H 0 5 B 33/02		H 0 5 B 33/02	3 K 0 0 7
33/14		33/14	A
33/22		33/22	B
			D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-108864(P2001-108864)

(22) 出願日 平成13年4月6日 (2001. 4. 6)

(71) 出願人 899000046

関西ティール・エル・オー株式会社

京都府京都市下京区中堂寺栗田町93番地

(72) 発明者 大森 裕

大阪府高槻市芝生町三丁目22番3号

(72) 発明者 梶井 博武

兵庫県神戸市灘区一王山町12番18号

(74) 代理人 100075557

弁理士 西教 圭一郎 (外3名)

Fターム(参考) 3K007 AB00 BA05 BA07 CA06 CB01

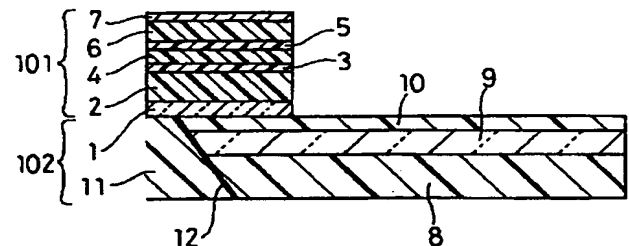
DA01 DB03 EB00

(54) 【発明の名称】 高速動作有機EL素子

(57) 【要約】

【課題】 可とう性を有するポリマー光導波路上に低温形成が可能で、高速な応答速度を実現可能な高速動作有機EL素子を提供する。

【解決手段】 高速動作有機EL素子101は、ポリマー光導波路基板102上に下部透明電極1、正孔輸送層2、電子障壁層3、発光層4、正孔障壁層5、電子輸送層6および対向電極7の順に形成され、発光層4の膜厚を0.1nm~100nmと薄くすることで応答速度を高速化することができる。また、電子障壁層3と正孔障壁層5によって、発光層4内に電子と正孔が閉じ込められ再結合が効率よく行われるので、発光層4の厚みを薄くしても高い発光効率を保持することができ、高輝度な高速動作有機EL素子を実現可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 正孔を注入するための正孔注入透明電極と、

前記正孔注入透明電極上に形成され、正孔輸送性電気伝導性を有する有機導体膜からなる正孔輸送層と、

前記正孔輸送層上に形成され、正孔と電子とが再結合することで蛍光発光する有機発光層と、

前記有機発光層上に形成され、電子輸送性電気伝導性を有する有機導体膜からなる電子輸送層と、

前記電子輸送層上に形成され、電子を注入するための電子注入電極と、

前記正孔輸送層と有機発光層との間で電子が移動することを抑制する電子障壁層または前記電子輸送層と有機発光層との間で正孔が移動することを抑制する正孔障壁層のうち少なくとも一方とを有することを特徴とする高速動作有機EL素子。

【請求項2】 前記有機発光層は、0.1nm～100nmの膜厚の薄膜からなることを特徴とする請求項1記載の高速動作有機EL素子。

【請求項3】 前記有機発光層と、前記電子障壁層または正孔障壁層のうち少なくとも一方とからなる組み合わせ層を複数形成することを特徴とする請求項1または2記載の高速動作有機EL素子。

【請求項4】 前記有機発光層は、体積分率0.01%～30%の比率で色素分子が分散して形成されることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の高速動作有機EL素子。

【請求項5】 請求項1～4記載の高速動作有機EL素子を備えることを特徴とする光インターコネクション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ポリマー光導波路基板上に有機材料で構成した光源を形成する高速動作有機EL素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年IT (Information Technology) 革命が急速に進展する中、高速で情報処理が可能である光情報処理回路が必要とされている。その中で、可とう性に優れ小型軽量で、しかも、高性能な光情報処理回路は、必要とされている部品の一つである。情報処理回路が可とう性を有することで、これを用いた製品のさらなる小型化、薄型軽量化が可能で、加工性、耐衝撃性などの点から取り扱いやすく生産性の向上も期待できる。このような部品開発には、従来、以下の様な問題点があり、開発が困難である。

【0003】従来の光情報処理回路はシリコン基板上に形成された石英系の材料により形成されたものであり可とう性はない。また、光導波回路に組み込まれる発光素子、受光素子などの能動素子は無機の半導体により形成

されており、これらは基板を加熱した状態で作製するために高温に耐える基板を必要とする。

【0004】最近、可とう性を有する光導波回路として、ポリマー導波路フィルムが提案されている(正田: “有機光導波路素子”、電子情報通信学会誌、Vol. 81, No. 1, pp. 37-40 (1998))。しかし、前述のように無機の半導体により形成された能動素子は、基板を高温に加熱して形成するため、可とう性を有するポリマー導波路上に直接作製することは困難である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この問題を解決するために、可とう性を有するポリマー導波路上に、低温形成が可能な有機薄膜により発光素子を光源とする光集積回路を作製する試みがなされている(Y. Ohmori, H. Ueta, Y. Kurosaka, M. Hikita and K. Yoshino, “Organic EL diode with waveguide devices”, Nonlinear Optics, vol. 122, pp. 461-464 (1999))。しかし、従来の有機材料により構成された発光素子は、ディスプレイなどの用途として開発された発光素子であるため応答速度が遅いという問題がある。

【0006】発光効率の高い発光材料も開発されているが、それらの発光材料はI^r原子を含み三重項発光過程を含むために数ms程度の応答時間であり、数100kHz程度の応答速度しか得られない。また、大きな発光強度を得るためには200～300nm程度の膜厚を要し、キャリア移動度の小さな材料が含まれるために高速応答が難しく、高速応答を必要とする光情報処理回路の光源として適用するには困難である。

【0007】一方、無機の半導体では有機材料を用いた発光素子に比べ、移動度の大きな材料により作製されるために高速応答が可能であり、GaAs等の化合物半導体を用いて1GHz以上の応答速度を持つものも開発されているが、先に示した様にポリマー導波路基板上に直接作製することは困難である。

【0008】本発明の目的は、可とう性を有するポリマー光導波路上に低温形成が可能で、高速な応答速度を実現可能な高速動作有機EL素子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、正孔を注入するための正孔注入透明電極と、前記正孔注入透明電極上に形成され、正孔輸送性電気伝導性を有する有機導体膜からなる正孔輸送層と、前記正孔輸送層上に形成され、正孔と電子とが再結合することで蛍光発光する有機発光層と、前記有機発光層上に形成され、電子輸送性電気伝導性を有する有機導体膜からなる電子輸送層と、前記電子輸送層上に形成され、電子を注入するための電子注入電極と、前記正孔輸送層と有機発光層との間で電子が移動することを抑制する電子障壁層または前記電子輸送層と有機発光層との間で正孔が移動することを抑制する正

孔障壁層のうち少なくとも一方とを有することを特徴とする高速動作有機EL素子である。

【0010】また本発明は、前記有機発光層は、0.1 nm～100 nmの膜厚の薄膜からなることを特徴とする。

【0011】以上の構成により、可とう性を有するポリマー光導波路基板上に低温形成が可能で、発光層を薄くしても効率よく発光せしめる様に発光層が形成されており、応答速度を高速化するとともに高輝度な発光を得ることができる。

【0012】すなわち、本発明による高速動作有機EL素子は、基板がポリマー材料により構成された可とう性を有する光導波路を用い、その上に形成される有機EL素子は、有機高分子材料により構成される。よって、高速動作有機EL素子は低温で形成可能であり、また無機半導体の様に特定の基板を必要としないために、ポリマー光導波路基板上に直接作製する事が可能である。

【0013】また本発明は、前記有機発光層と、前記電子障壁層または正孔障壁層のうち少なくとも一方とからなる組み合わせ層を複数形成することを特徴とする以上の構成により、発光領域を増加させ発光効率を向上させることができる。

【0014】また本発明は、前記有機発光層は、体積分率0.01%～30%の比率で色素分子が分散して形成されることを特徴とする。

【0015】以上の構成により、高速動作有機EL素子は十分な発光効率を得ることができる。

【0016】また本発明は、上記の高速動作有機EL素子を備えることを特徴とする光インターコネクション装置である。

【0017】以上の構成により、CPU、各種処理ボードおよび光ファイバーなどを高速に接続し、データ伝送や演算処理を高速に行うことができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態である有機EL (Electroluminescence) 素子101の層構成を示す図である。図は、基板として使用するポリマー光導波路基板102に平行な方向から見た断面図である。高速動作有機EL素子101は、ポリマー光導波路基板102上に下部透明電極1、正孔輸送層2、電子障壁層3、発光層4、正孔障壁層5、電子輸送層6および対向電極7の順に形成される。ポリマー光導波路基板102は、下部クラッド層8、導波路コア9、上部クラッド層10、第2クラッド層11およびミラー構造12から構成される。

【0019】下部透明電極1は、発光層4に対して正孔を注入するための正孔注入透明電極である。発光層4で発光した光を通すために透明電極を使用している。正孔輸送層2は、正孔の伝導性が高い有機導体膜からなり、発光層4まで正孔を輸送する。電子障壁層3は、正孔輸

送層2と発光層4との間に形成され、対向電極7から注入された電子が移動して発光層4を通り抜けることを抑制する。発光層4は、有機導体膜で形成され、各電極から注入された正孔と電子とが再結合することで蛍光発光する有機発光層である。正孔障壁層5は、電子輸送層6と発光層4との間に形成され、下部透明電極1から注入された正孔が移動して発光層4を通り抜けることを抑制する。電子輸送層6は、電子の伝導性が高い有機導体膜からなり、発光層4まで電子を輸送する。対向電極7は、発光層4に対して電子を注入するための電子注入電極である。

【0020】下部透明電極1および対向電極7は、たとえばスパッタ法で形成され、有機導体膜からなる各層は、有機分子線蒸着法により形成される。

【0021】各輸送層および障壁層は、電子もしくは正孔が有機導体膜中を移動するためのエネルギーギャップの大きさによって決定され、電子および正孔の移動に対するエネルギーギャップが小さく電子伝導性および正孔伝導性が高い層を輸送層、電子および正孔の移動に対するエネルギーギャップが大きく有機導体膜中の移動が抑制される層を障壁層とする。

【0022】本発明において、発光層4の膜厚を0.1 nm～100 nmと薄くすることで応答速度を高速化することができる。正孔輸送層2および電子輸送層6などの厚みを薄くすることでも応答速度を速めることはできるが、これらの層は、元々キャリア移動度が大きく、従来の構造においても厚みが薄いため応答速度に対する影響は小さい。発光層4には、移動度の小さい色素分子が分散されており、従来の構造における厚みが厚いことから、発光層4の膜厚を薄型化することで最も効率よく応答速度を高速化することができる。これによって、高速動作有機EL素子を光情報処理回路として使用することが可能となる。また、電子障壁層3と正孔障壁層5によって、発光層4内に電子と正孔が閉じ込められ再結合が効率よく行われるので、発光層4の厚みを薄くしても高い発光効率を保持することができ、高輝度な高速動作有機EL素子が実現可能である。なお、電子障壁層3または正孔障壁層5の少なくとも一方があれば十分な発光効率を保持することができる。

【0023】発光層4から発光された光は、ポリマー光導波路基板102のミラー構造12で反射されて導波路コア9に導かれ、光導波路を伝播した光は、導波路の端面から発せられる。第2クラッド層11は、下部クラッド層8および上部クラッド層10とは異なる屈折率を有する紫外線硬化エポキシ樹脂であり、固体だけではなく空気などの気体であってもよい。ミラー構造12では導波路コア9と第2クラッド層11との境界が45度の傾斜を成しており、高速動作有機EL素子101で発光された光が全反射して導波路コア9に導かれるように、下部クラッド層8、上部クラッド層10および第2クラッド層11

ド層12の屈折率が選択されている。

【0024】図2は、本発明の他の実施形態である高速動作有機EL素子201の層構成を示す図である。図は、基板として使用するポリマー光導波路基板202に平行な方向から見た断面図である。高速動作有機EL素子201は、ポリマー光導波路基板202上に、下部透明電極1、正孔輸送層2、第1電子障壁層3a、第1発光層4a、第1正孔障壁層5a、第2電子障壁層3b、第2発光層4b、第2正孔障壁層5b、電子輸送層6および対向電極7の順に形成される。ポリマー光導波路基板202は、下部クラッド層8、導波路コア9、上部クラッド層10、第2クラッド層11およびミラー構造12から構成される。本実施形態の各部位で図1に示す実施例と同様の機能を有するものについては、同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略する。また、第1電子障壁層3a、第1発光層4a、第1正孔障壁層5aからなる組み合わせ層と、第2電子障壁層3b、第2発光層4b、第2正孔障壁層5bからなる組み合わせ層は、それぞれ図1に示した電子障壁層3、発光層4、正孔障壁層5と同様の機能を有している。

【0025】下部透明電極1および対向電極7は、たとえばスパッタ法で形成され、有機導体膜からなる各層は、有機分子線蒸着法により形成される。

【0026】本実施形態のように電子障壁層、発光層および正孔障壁層を繰り返して形成することによって、発光領域を増加させ、発光効率を向上させることができる。発光層4a、4bの厚みを十分に薄くすることによって、上記の組み合わせ層を繰り返し形成しても、従来と比較して応答速度を高速化することが可能である。

【0027】以下、実施例により、具体的に述べる。
(実施例) 図1を用いて、第1の実施例を説明する。図1における有機導電層の形成は有機分子線蒸着法により形成する。すなわち、 10^{-5} Pa程度の高真空中で有機分子を加熱し、物理的なシャッターで有機分子線を遮蔽することにより所望の厚さの分子層の積層構造を得る。

【0028】ポリマー導波路基板102上に形成されたEL素子の下部透明電極1は光を通すために、例えば酸化スズと酸化インジウムの混合物ITO (Indium-Tin-Oxide: インジウムスズ酸化物) から成る透明電極により構成され、スパッタ法で100nm~500nmの範囲の膜厚で形成される。本実施例では、膜厚300nmのITO (Indium-Tin-Oxide: インジウムスズ酸化物) によって下部透明電極1を作製した。

【0029】正孔輸送層2は、正孔輸送性電気伝導度の高いジアミン誘導体の薄膜からなり、4, 4'-bis

[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl (a-NPD)、またはN, N'-diphenyl-N, N'-(3-methylphenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine (TPD) が用いられる。膜厚は10nm~200nmの範囲で形成される。本実施例で

は、膜厚30nmのa-NPDによって正孔輸送層2を作製した。

【0030】電子障壁層3は、フタロシアニン錯体である金属フタロシアニン錯体の薄膜からなり、銅フタロシアニン、ニッケルフタロシアニン、亜鉛フタロシアニン、無金属フタロシアニンなどが用いられる。膜厚は1nm~50nmの範囲で形成される。本実施例では、膜厚5nm銅フタロシアニンによって電子障壁層3を作製した。

10 【0031】発光層4は、キノリノール錯体であるキノリノールアルミ8-hydroxyquinoline aluminum (Alq₃) の薄膜中に、色素分子であるルブレン (Rubrene) または4-(dicyano methylene)-2-methyl-6-(p-dimethyl aminostyryl)-4H-pyran (DCM) の分子を体積分率が0.01%~30%の範囲で分散させることにより発光中心波長550nm~610nmの範囲で黄色発光が得られる。膜厚は0.1nm~100nmの範囲で形成されるが、10nm~20nmの膜厚が好ましい。0.1nmより薄いと十分な発光効率
20 が得られず、100nmより厚いと十分な応答速度が得られない。10nm~20nmの範囲であれば、発光効率および応答速度ともに十分な特性が実現できる。また、分散させる色素分子の体積分率は、1%~10%が好ましい。0.01%より小さいと十分な発光効率
30 が得られず、30%より大きいと高濃度による消光によって十分な発光効率
40 が得られない。最適な体積分率は、色素分子によっても異なるが、上記の色素分子の場合は、1%~10%の範囲であれば十分な発光効率
50 が得られる。本実施例では、膜厚10nmのキノリノールアルミ (Alq₃) 中に、体積比率7%のルブレン (Rubrene) を分散させて発光層4を作製し、発光波長560nmの黄色発光が得られた。

【0032】正孔障壁層5は、フェナントロリン骨格を有する誘導体の薄膜からなり、4, 7-Diphenyl-1, 10-phenanthroline (Bathophenanthroline)、2, 9-Dimethyl-4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline (Bathocuproine) などが用いられる。4, 4'-dicarbazolyl-1, 1'-biphenyl (CBP) も正孔障壁層として有効な有機材料であり、膜厚は1nm~50nmの範囲で形成される。本実施例では、膜厚5nmのBathocuproineによって正孔障壁層5を作製した。

【0033】電子輸送層6は、キノリノール骨格を有する金属錯体 (8-hydroxyquinolinealuminum (Alq₃), tris(4-methyl-8-quinolinolate) aluminum (III) (Almq₃)) の薄膜が用いられ、フェニレンオリゴマー (p-sexiphenylなど) も電気伝導度の大きな電子輸送層として用いられる。膜厚は10nm~200nmの範囲で形成される。本実施例では、膜厚10nmのAlq₃によって電子輸送層6を作製した。

50 【0034】対向電極7は、電子輸送層6との電位障壁

を小さくするためにアルミニウムにリチウムが原子比率で0.1%~2%の割合で混合した金属電極を膜厚50nm~300nmの範囲で形成する。アルミニウムにリチウム原子を混合した金属の上からさらにアルミニウムを200nm~500nmの範囲で覆い被せ、陰極として用いる場合もある。本実施例では、膜厚200nmのアルミニウムにリチウム原子を1%混合した金属を対向電極7として作製した。

【0035】以上のように作製した第1の実施例の高速動作有機EL素子101の特性として、12Vの印加電圧で輝度30,000cd/m²が得られ、外部量子効率1cd/Aが得られた。これは、電子障壁層3および正孔障壁層5を持たない正孔輸送層、発光層、電子輸送層からなる従来構造の素子に比べ約3倍の発光強度と発光効率の改善がなされた。

【0036】電極面積0.1mm²の素子に周期33ns、パルス幅15ns、13Vのパルス電圧を印加したところ印加電圧に対応する発光波形が得られた。この応答特性は、従来の有機EL素子に比べ3倍以上の応答速度の改善がなされた。本発明による素子は、素子構成による電極の浮遊容量も含めた応答速度であり、電極面積をさらに小さく形成することにより100MHz以上の応答速度が実現可能となる。

【0037】図2に示す第2の実施例は、上記第1の実施例における電子障壁層3、発光層4および正孔障壁層5を繰り返し積層した構造を採用する事により発光領域を増す効果がある。また、この繰り返しは2回~3回の繰り返しが適当である。なお、繰り返し層は、電子障壁層3または正孔障壁層5の少なくとも一方があれば十分な発光効率を保持することができる。

【0038】以上説明したように、本発明による高速動作有機EL素子101、201は、無機の半導体材料以外の有機材料を用いることにより、ポリマー導波路基板102、202上に直接素子を形成することが可能となる。しかも、応答速度を高速化した有機EL素子により可とう性を有する光集積回路を提供することができる。従来構造の有機EL素子で実現された応答速度は数MHz程度であったが、本発明による高速動作有機EL素子では数100MHz程度の応答速度が実現可能である。本発明は、簡易な作製プロセスにより光集積回路を提供するものであり、可とう性を持つ回路であるために、携帯機器に用いることで軽量の加工性に富む素子を安価に

提供できる。

【0039】CPUや画像処理チップなどの演算処理回路素子、演算処理回路素子を搭載したボードおよび光ファイバーなどを接続する光インターコネクション装置が、本発明で示した高速動作有機EL素子を発光部として備えることで、データ伝送や演算処理をより高速に行うことができる。

【0040】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、可とう性を有するポリマー光導波路上に低温形成が可能で、高速な応答速度を実現可能である。

【0041】また本発明によれば、発光層を薄くしても効率よく発光せしめる様に発光層が形成されており、応答速度を高速化するとともに高輝度な発光を得ることが可能である。

【0042】また本発明によれば、発光領域を増加させ発光効率を向上させることができる。

【0043】また本発明によれば、CPU間、各種処理ボード間および光ファイバー間などを高速に接続し、データ伝送や演算処理を高速に行うことができる。

【0044】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態である高速動作有機EL素子101の層構成を示す図である。

【図2】本発明の他の実施形態である高速動作有機EL素子201の層構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 下部透明電極
- 2 正孔輸送層
- 3 電子障壁層
- 4 発光層
- 5 正孔障壁層
- 6 電子輸送層
- 7 対向電極
- 8 下部クラッド層
- 9 導波路コア
- 10 上部クラッド層
- 11 第2クラッド層
- 12 ミラー構造
- 101 高速動作有機EL素子
- 102 ポリマー光導波路基板

